

О. С. Залыгина, Е. А. Лисай,
Белорусский государственный технологический университет, Минск,
Республика Беларусь

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КЕРАМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

In this paper, based on experimental studies, it is proposed to use a coagulant $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ and a flocculant Praestol 2530 for the treatment of ceramic waste water from suspended substances. This will increase the cleaning efficiency by up to 99% and return the treated water to the process.

Керамическое производство является одним из наиболее водоемких производств, одна из проблем которого на сегодняшний день – воздействие на гидросферу. Производственные сточные воды образуются в результате использования воды на различных технологических операциях (увлажнение поверхности плитки перед нанесением ангоба, резка плитки алмазными дисками с подачей воды в зону резки, нанесение глазури), при мытье оборудования [1]. Сточные воды керамических производств являются многокомпонентными, устойчивыми к седиментации суспензиями, содержащими частицы кварцевого песка с размером 50–100 мкм, частицы каолина размером порядка 10 мкм, а также коллоидные взвешенные вещества, представляющие собой остатки глазурной фритты с размером частиц менее 0,1 мкм. Суммарная концентрация взвешенных веществ составляет 15–25 г/л.

Для нарушения устойчивого состояния таких суспензий применяют коагулянты и флокулянты [2]. В настоящее время, на большинстве белорусских заводов очистку сточных вод осуществляют с использованием флокулянта *Praestol 2530*. Однако лабораторные исследования подтвердили низкую эффективность очистки с использованием *Praestol 2530*, она не превышает 70 %, что не позволяет возвращать очищенную воду в технологический процесс на стадию приготовления шликера, и она сбрасывается на городские очистные сооружения.

На первом этапе работы использовались наиболее распространенные и дешевые коагулянты – хлорид железа (FeCl_3) и сульфат алюминия ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), на

втором – различные флокулянты серии *Praestol*, *Zetag*, *Magnafloc*. Эффективность очистки определялась по оптической плотности. Пробное коагулирование и флокулирование осуществляли в цилиндрах объемом 50 мл, использовали 2 %-ные растворы коагулянтов и 0,1 %-ные растворы флокулянтов, время отстаивания 30 и 60 минут. Содержание взвешенных веществ и эффективность очистки оценивали по оптической плотности.

Результаты исследований свидетельствуют о нецелесообразности использования хлорида железа, т. к. в этом случае эффективность очистки не превышает 75 %, а при увеличении дозы коагулянта наблюдается окрашивание воды в желтый цвет за счет ее вторичного загрязнения ионами железа. Применение сульфата алюминия позволило повысить степень очистки до 97 % при содержании коагулянта 700 мг $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ на 1 л сточной воды. Однако во всех случаях наблюдается очень медленное осаждение взвешенных веществ и формирование рыхлого слоя осадка и большой высоты.

Далее исследовали применение флокулянтов марки *Zetag* (7565, 7570, 7587, 8125), марки *MLT-20*, *SNF*, *Magnafloc* и *Praestol* 853 и 2530. Исследования показали, что данные флокулянты малоэффективны и не очищают сточную воду от тонкодисперсной взвеси и коллоидов. Наилучшие результаты обеспечивают флокулянты марки *Praestol* 2530, которые используются в настоящее время, однако, как указывалось ранее, эффективность очистки не превышает 70 %.

В дальнейшем исследовались различные комбинации коагулянта $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и флокулянта *Praestol* 2530. Это позволило добиться высокой эффективности очистки (более 99 %) и значительного уплотнения осадка. На основании экспериментальных данных было выбрано оптимальное соотношение коагулянта $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (500 мг на 1 л сточной воды) и флокулянта *Praestol* 2530 (0,015 г на 1 л сточной воды). Для изучения процесса очистки сточных вод от взвешенных веществ были построены кривые кинетики осаждения (зависимости эффективности очистки от времени отстаивания) при использовании флокулянта *Praestol* 2530, коагулянта $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, а также при их совместном присутствии, которые представлены на рисунке 1.

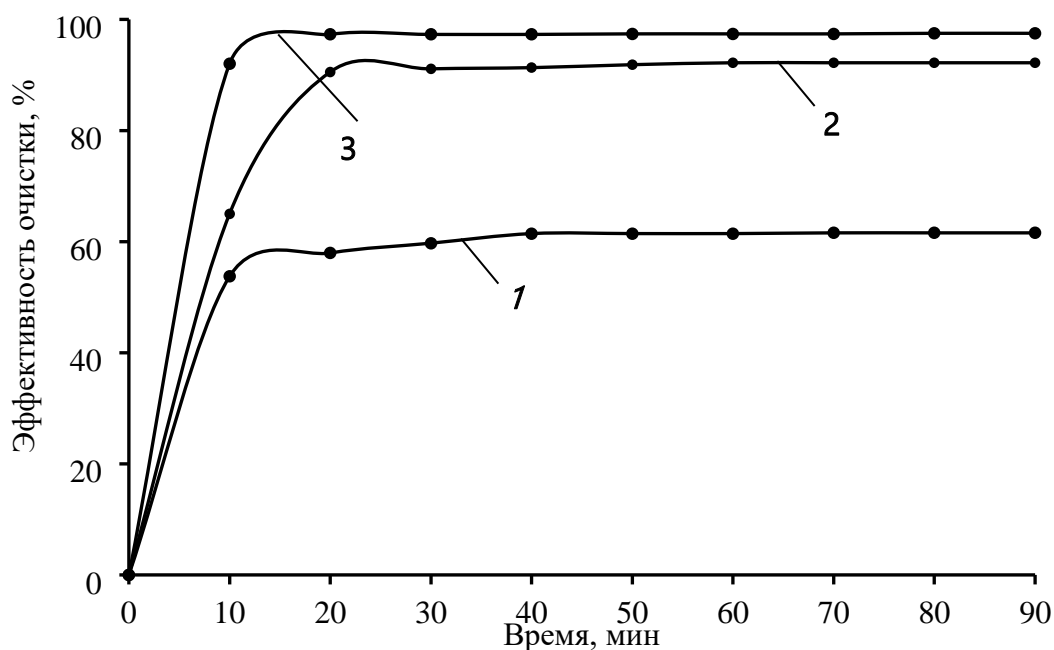


Рис. 1. Кривые кинетики осаждения сточной воды керамического производства с использованием различных реагентов: 1 – Praestol 2530 (0,015 г на 1 л сточной воды); 2 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (500 мг на 1 л сточной воды); 3 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (500 мг на 1 л сточной воды) + Praestol 2530 (0,015 г на 1 л сточной воды)

Во время эксперимента также фиксировалась высота слоя осадка в зависимости от времени отстаивания (рис. 2).

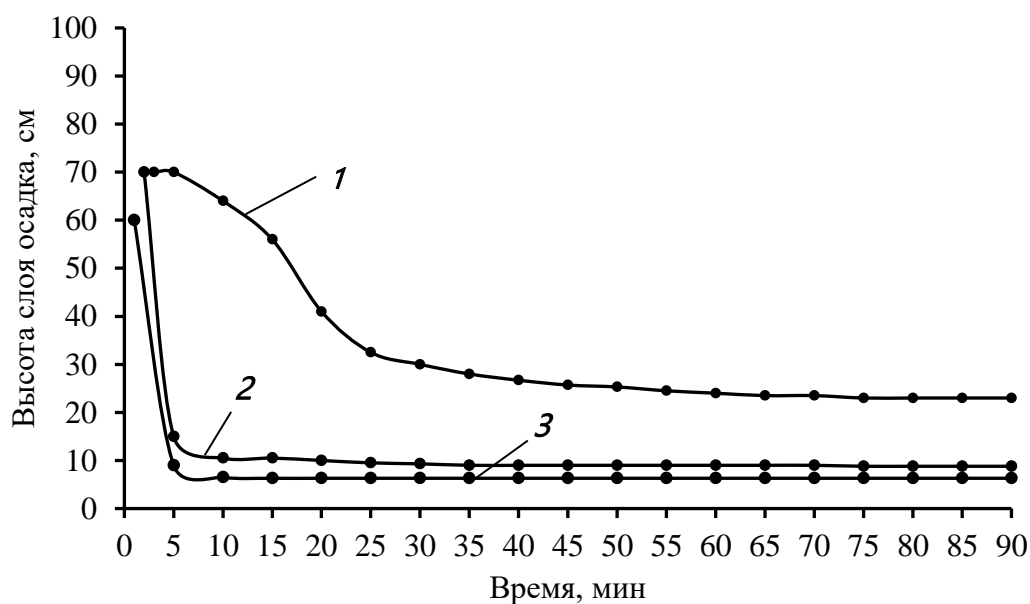


Рис. 2. Зависимость высоты слоя осадка от времени отстаивания при использовании различных реагентов: 1 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (500 мг на 1 л сточной воды); 2 – Praestol 2530 (0,015 г на 1 л сточной воды); 3 – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (500 мг на 1 л сточной воды) + Praestol 2530 (0,015 г на 1 л сточной воды)

Анализ представленных зависимостей показывает, что при использовании коагулянта $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ достигается почти такая же эффективность очистки, как при его совместном использовании с флокулянт *Praestol 2530* (кривые 2 и 3 на рисунке 1). Однако, при использовании $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ образуется рыхлый слой осадка большой высоты (кривая 1 на рисунке 2). При использовании только флокулянта *Praestol 2530* образуется плотный осадок, высота слоя которого практически такая же, как при совместном использовании коагулянта и флокулянта (кривые 2 и 3 на рисунке 2). Однако при этом не достигается необходимая эффективность очистки (кривая 1 на рисунке 1). При совместном использовании $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и *Praestol 2530* достигается высокая эффективность очистки (более 99 %) с образованием плотного слоя осадка.

Таким образом, для интенсификации очистки сточных вод керамического производства предлагается использовать коагулянт $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ совместно с флокулянт *Praestol 2530*, что позволит повысить эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ, в том числе мелкодисперсных, и, следовательно, вернуть очищенную воду в технологический процесс на стадию приготовления шликера.

1. Гузман, И. Я. Химическая технология керамики / И. Я. Гузман – М.: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003. – 494 с.

2. Физико-химические методы очистки воды. Управление водными ресурсами / Под ред. И.М. Астрелина, Х. Ратнавиры. – Издатель: Проект «Water Harmony», 2015. – 614 с.